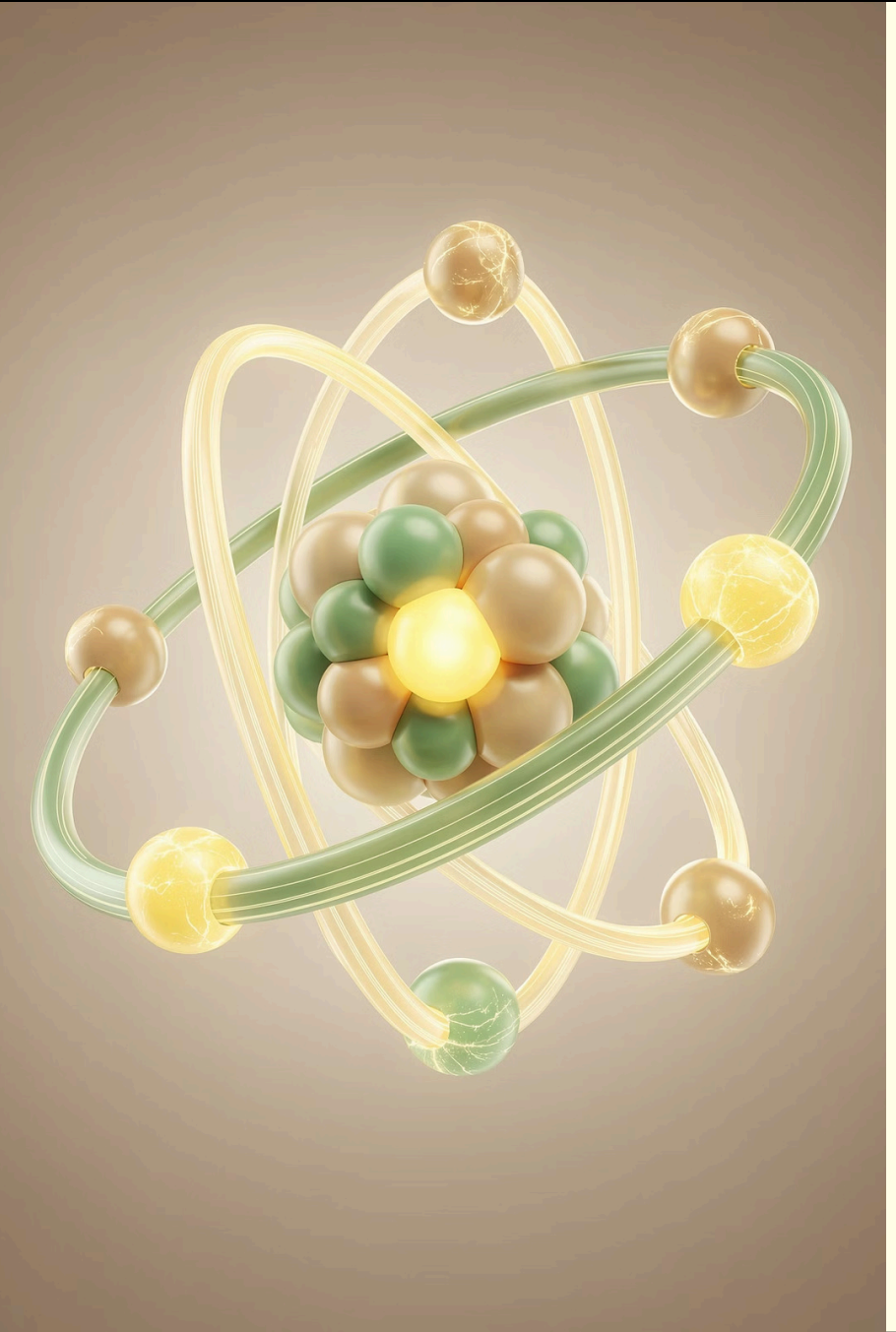


Asetilür İyonları

Karbon Kimyasının Gizli Anahtarları

Ders Sunumu

Teradigma

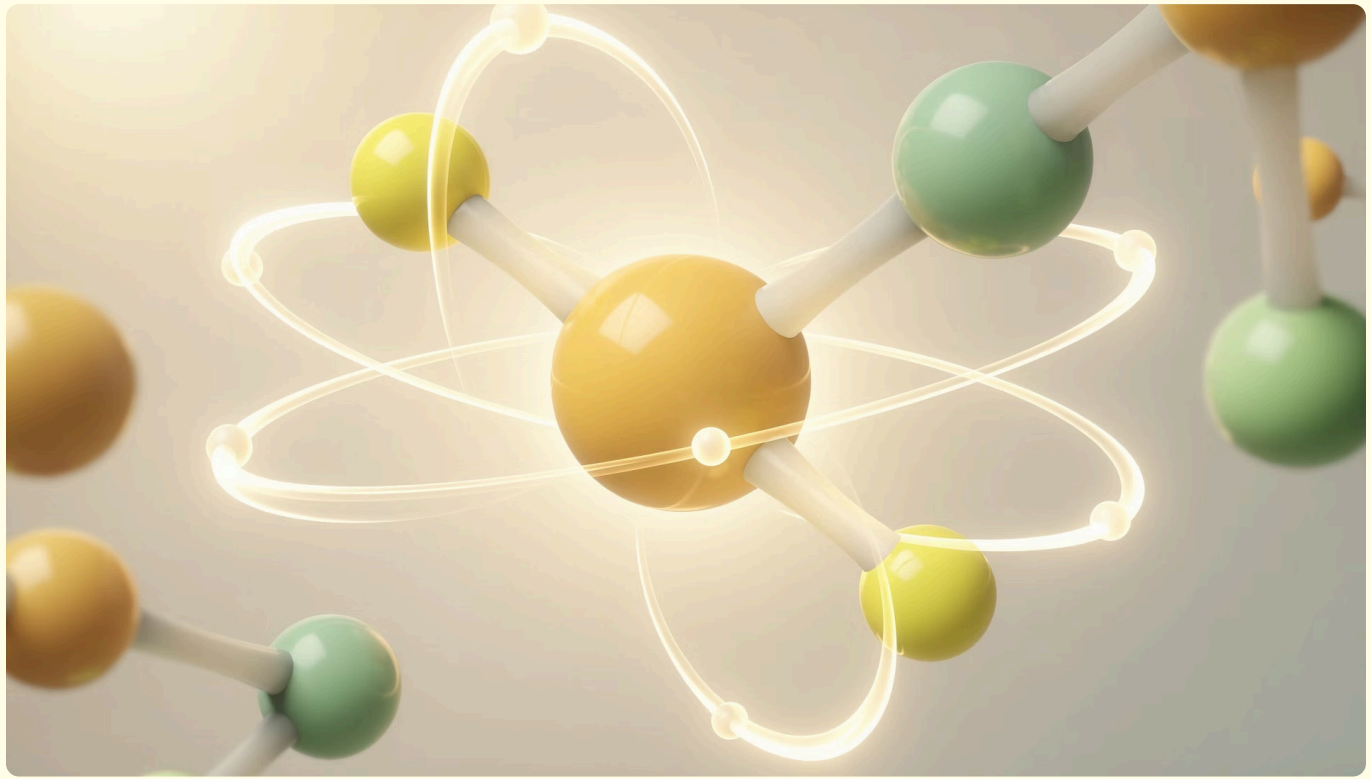
Konuya Giriş: Gri Bir Taştan Işığa

Elinde gri, taş gibi bir madde var. Suyla buluşturuyorsun — birkaç saniye içinde parlak bir alev çıkıyor.

Bu nasıl mümkün olur?

- **Kalsiyum karbür** (CaC2) + su → asetilen gazı + ışık
- Aynı madde, laboratuvarda işlenerek HIV ilacına dönüşüyor
- Gri bir taş, nasıl olur da hayat kurtarır?

> Cevap, karbonun atomik mimarisinde saklıdır.

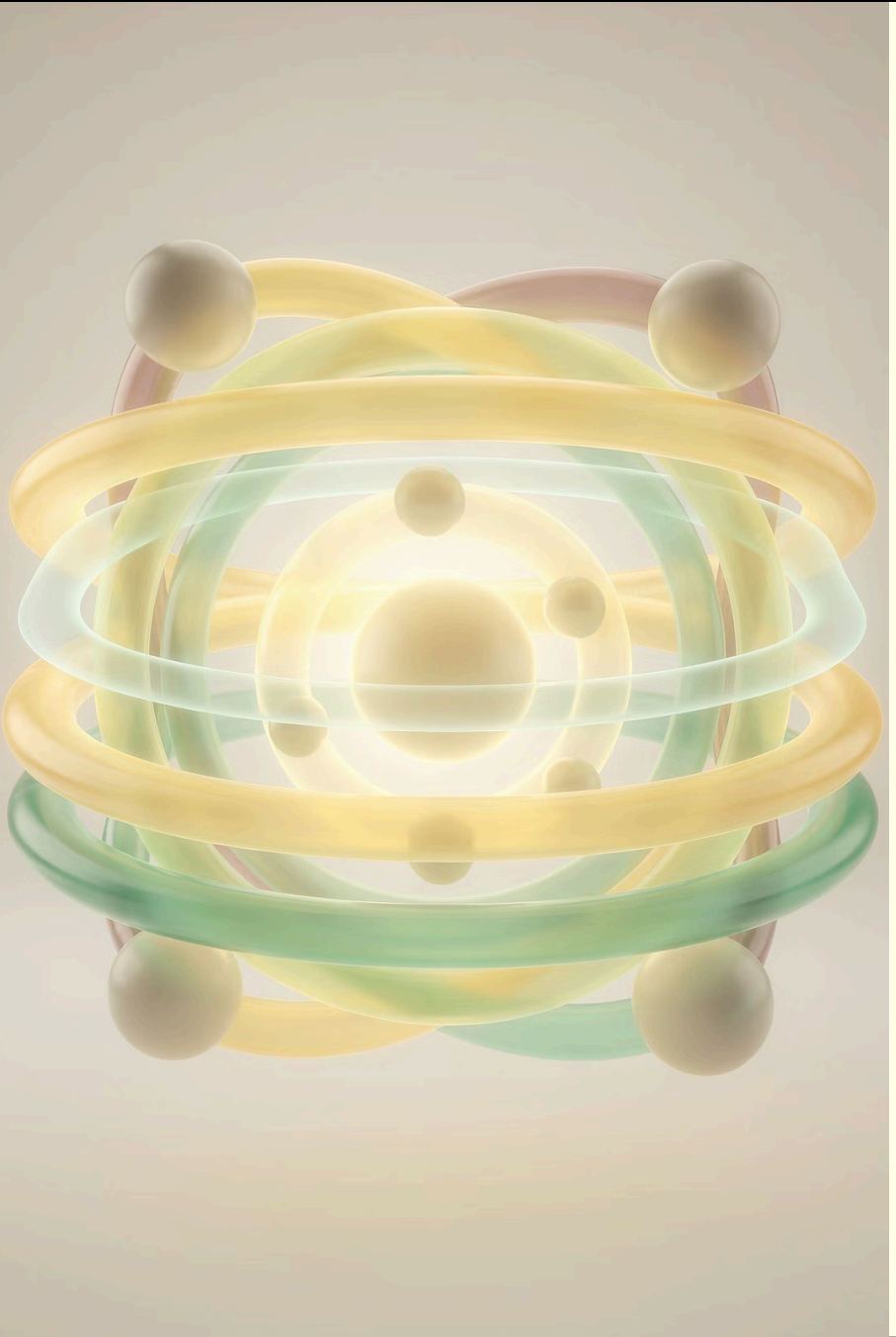


Karbon: İnşaat Ustası

Karbon, periyodik tablonun sıradan bir üyesi gibi görünür — ama kendisine yüklenen görev son derece özeldir.

- Sonsuz kombinasyonla başka atomlara bağlanabilir
- Organik kimyanın iskeletini oluşturur
- Bağ yapma şekline göre tamamen farklı özellikler kazanır

Peki karbon bu farklı özellikleri nasıl kazanıyor?



Orbitaller: Elektronların Evi

Karbon atomunun 6 elektronu vardır; bunlar rastgele dolaşmaz, **orbital** adı verilen belirli enerji bölgelerinde bulunur.

Temel Düzen

Temel halde elektronlar: $1s^2$, $2s^2$, $2p^2$ düzenindedir

Bağ Yapımı

Karbon bağ yapacağı zaman bu "saf" orbitalleri kullanmaz

Hibritleşme

Tıpkı bir ressamın ana renkleri karıştırıp ara renkler elde etmesi gibi, s ve p orbitallerini karıştırarak **hibrit orbitaller** oluşturur

Bu karıştırma işlemine **hibritleşme** (melezleşme) denir.

Üç Farklı Hibritleşme

Karbon, kaç atomla bağ yapacağına göre farklı oranlarda karıştırma yapar.

1

sp^3

1 adet s + 3 adet p karışımı → %25 s karakteri

Alkanlar: metan, etan

2

sp^2

1 adet s + 2 adet p karışımı → %33 s karakteri

Alkenler: etilen

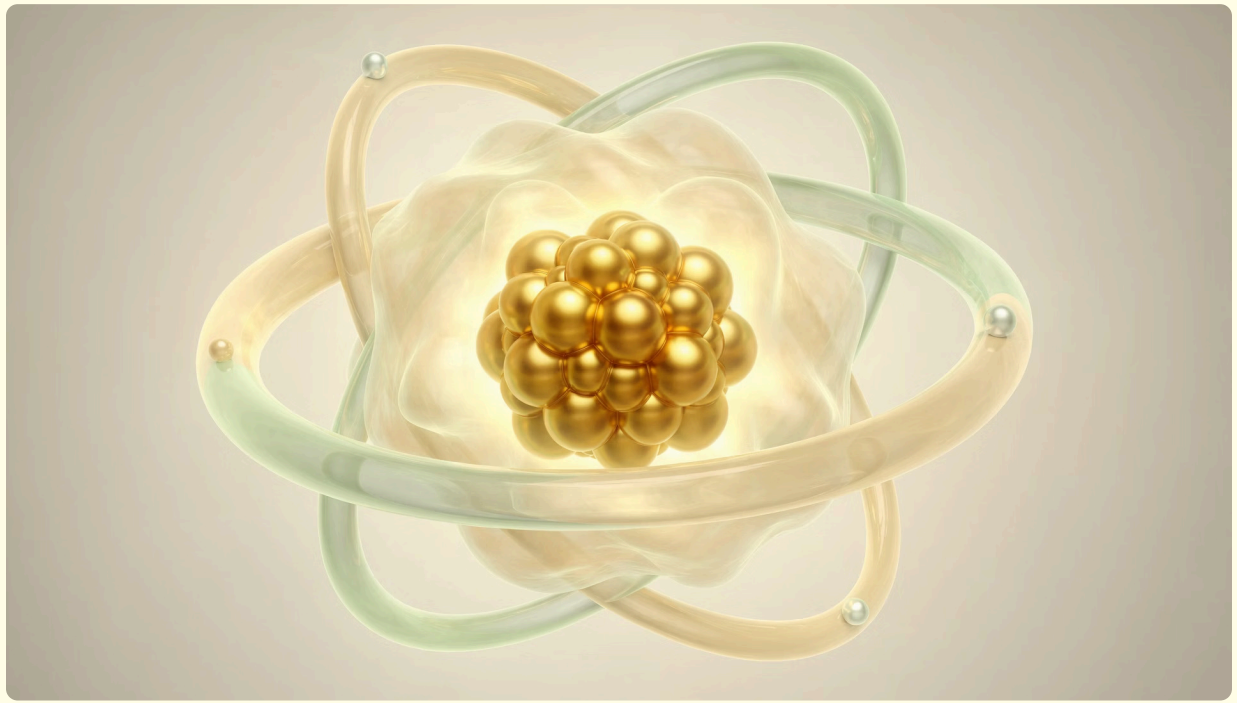
3

sp

1 adet s + 1 adet p karışımı → %50 s karakteri

Alkinler: asetilen

Asetilür iyonlarının sırrı bu üçüncü türdedir.



sp Hibritleşmesi: %50'nin Önemi

s orbitalleri çekirdeğe çok yakındır — bir orbitaldeki s karakteri ne kadar fazlaysa, o orbitaldeki elektronlar çekirdek tarafından o kadar güçlü tutulur.

- sp karbonunda %50 s karakteri vardır
- Bu oran, karbonun bağ elektronlarını adeta "yapışırcasına" tutmasını sağlar
- Karbona bağlı hidrojen elektronu karbona bırakıp bir proton (H^+) olarak ayrılabilir

Bu ayrılma yeteneği, asetileni **asidik** yapar.

Asitlik Karşılaştırması

Hibritleşme türündeki bu mikroskobik fark, kimyasal davranışta astronomik farklar oluşturur.

Etan

sp^3, %25 s karakteri

pKa ≈ 50

Neredeyse hiç asidik değil

Etilen

sp^2, %33 s karakteri

pKa ≈ 44

Zayıf asidik

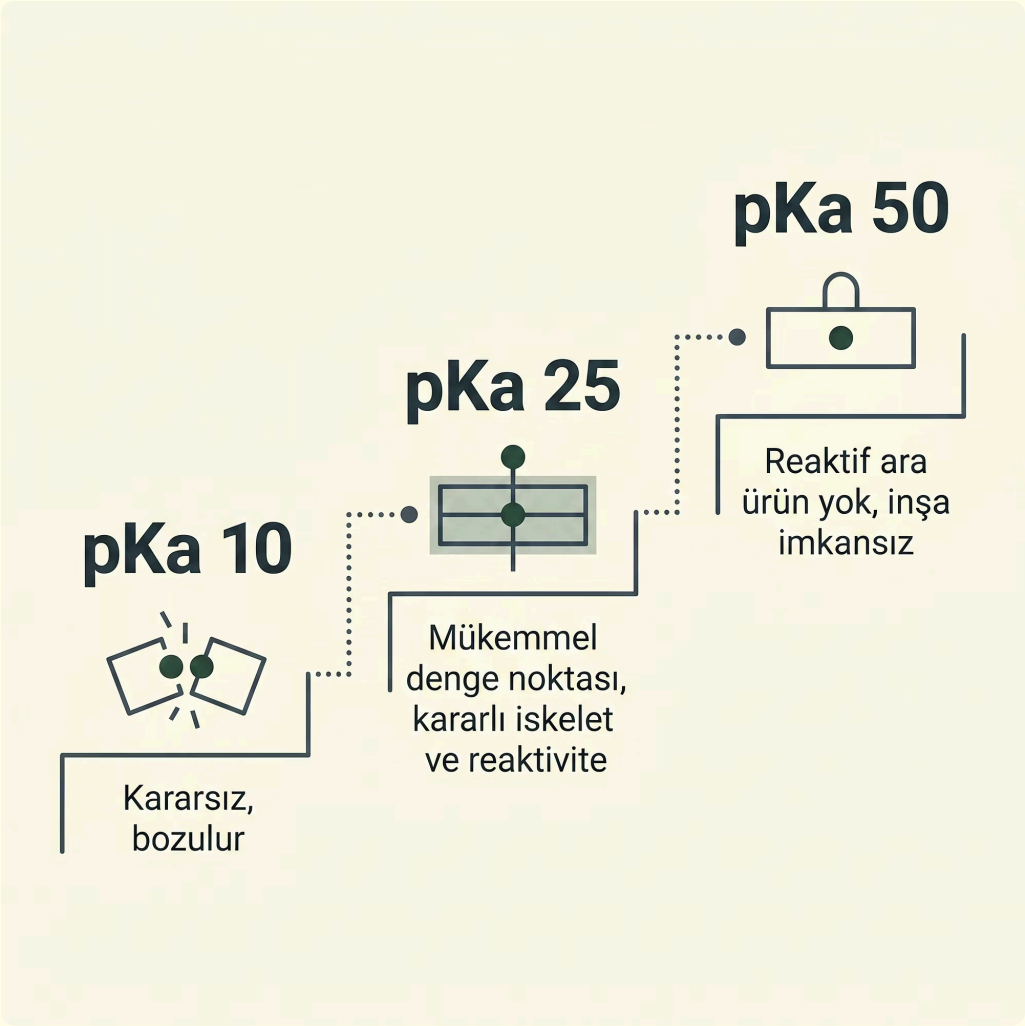
Asetilen

sp, %50 s karakteri

pKa ≈ 25

Belirgin şekilde asidik

⚠ Asetilen, etana göre 10^{25} kat daha asidiktir — sadece orbital karışım oranı değiştiği için.



pKa 25: Tesadüf mü?

Bu sayı rastgele midir? Değiştirince ne olur?

- **pKa 10 olsaydı:** Asetilen türevleri suyla temas edince bozulurdu; vücudun sulu ortamında karbon zincirleri kararlı kalamazdı
- **pKa 50 olsaydı:** Reaktif ara ürünler oluşamaz, karmaşık moleküllerin inşası imkansız olurdu

25 değeri, karbonun hem **kararlı iskelet kurabilmesi** hem de **gerektiğinde reaksiyona girebilmesi** için tam olması gereken noktadır. Bu hassas denge, atomların özelliklerinin yaşamı destekleyecek şekilde tasarlandığını gösterir.

CARDIO: Asitliği Belirleyen Faktörler

Organik kimyada asitliği anlamak için kullanılan bu kısaltma, asetilürün neden özel olduğunu netleştirir.

1

C — Yük (Charge)

Pozitif yüklü türler daha asidiktir

2

A — Atom

Bağlı atomun elektronegatifliği ve büyüklüğü

3

R — Rezonans

Yükün dağılması kararlılık sağlar (asetilürde yoktur)

4

DI — İndüktif Etki

Elektronegatif atomların elektron çekmesi

5

O — Orbitaller

Asetilürü tanımlayan faktör budur

Rezonans veya indüktif etki olmaksızın, yalnızca **orbital hibritleşmesi** bu asitliği mümkün kılar.

Asetilür İyonu Nasıl Elde Edilir?

Asetilenin asidik olması, suya atıldığında hemen iyonlaşacağı anlamına gelmez.

- Su (pKa 15.7), asetilenden (pKa 25) daha **güçlü** bir asittir
- Güçlü asit protonu verir, zayıf asit tutar — yani asetilen suya proton vermez
- Asetileni iyonlaştırmak için sudan çok daha güçlü bir baz gerekir

Doğru Bazı Seçmek

Reaksiyonun ürüne gitmesi için oluşan konjuge asidin pKa değeri, başlangıç asidinin pKa değerinden **büyük** olmalıdır.

NaOH — Yanlış

Oluşan su, pKa = 15.7

15.7 < 25 → denge sola kayar, proton koparılamaz

$NaNH_2$ — Doğru

Oluşan amonyak, pKa = 38

38 > 25 → denge tamamen sağa kayar

n-Bütil Lityum — En Güçlü

Oluşan bütan, pKa = 50

50 >> 25 → geri dönüşü olmayan reaksiyon

Termodinamiğin Hassas Muhasebesi

Bir protonun yer değiştirmesi bile üst düzey bir muhasebe defteri gibi işleyen enerji denklemlerine tabidir.

Peki bu muhasebe kimin tarafından kurulmuştur?

- Enerji bariyerleri ve seviyeler belirli kurallara göre işler
- Bir atom bile bu kuralların dışına çıkamaz
- Akılsız atomların bu hassas enerji dengesini "kendi başlarına" kurması mümkün müdür?

Karpit Lambası: Tarihten Bir Uygulama

19. yüzyılda madenciler, yüzlerce metre derinlikte yollarını aydınlatmak için asetilür kimyasını kullandı.

- Alt hazneye **kalsiyum karbür** (CaC2) konur
- Üst hazneden su damlatılır
- Reaksiyon: CaC2 + 2H2O → C2H2 (asetilen gazı) + Ca(OH)2
- Çıkan asetilen yakılınca **parlak, beyaz** bir alev oluşur

Gri bir taş, suyla buluşunca ışığa dönüşür.

Gustaf Dalén ve Güneş Valfi

Karpit teknolojisi yalnızca madenlerde kalmadı; deniz fenerlerine de taşındı.

- Asetilen gazı patlayıcıdır, dikkatli yönetilmesi gerekir
- Gustaf Dalén, güneş doğunca gazı kesen **"Güneş Valfi"** (Sun Valve) sistemini tasarladı
- Bu icat, deniz fenerleri için devrim niteliğindeydi

Maddenin potansiyeli, doğru bilgi ve tasarımla açığa çıkar.

Asetilür İyonu: Moleküler İnşaat Aracı

Doğru bazla elde edilen asetilür iyonu ($R-C\equiv C:^-$), elektronca çok zengin bir **nükleofil** (bağ yapıcı) olarak görev görür.

Karbon İskeleti Uzatma

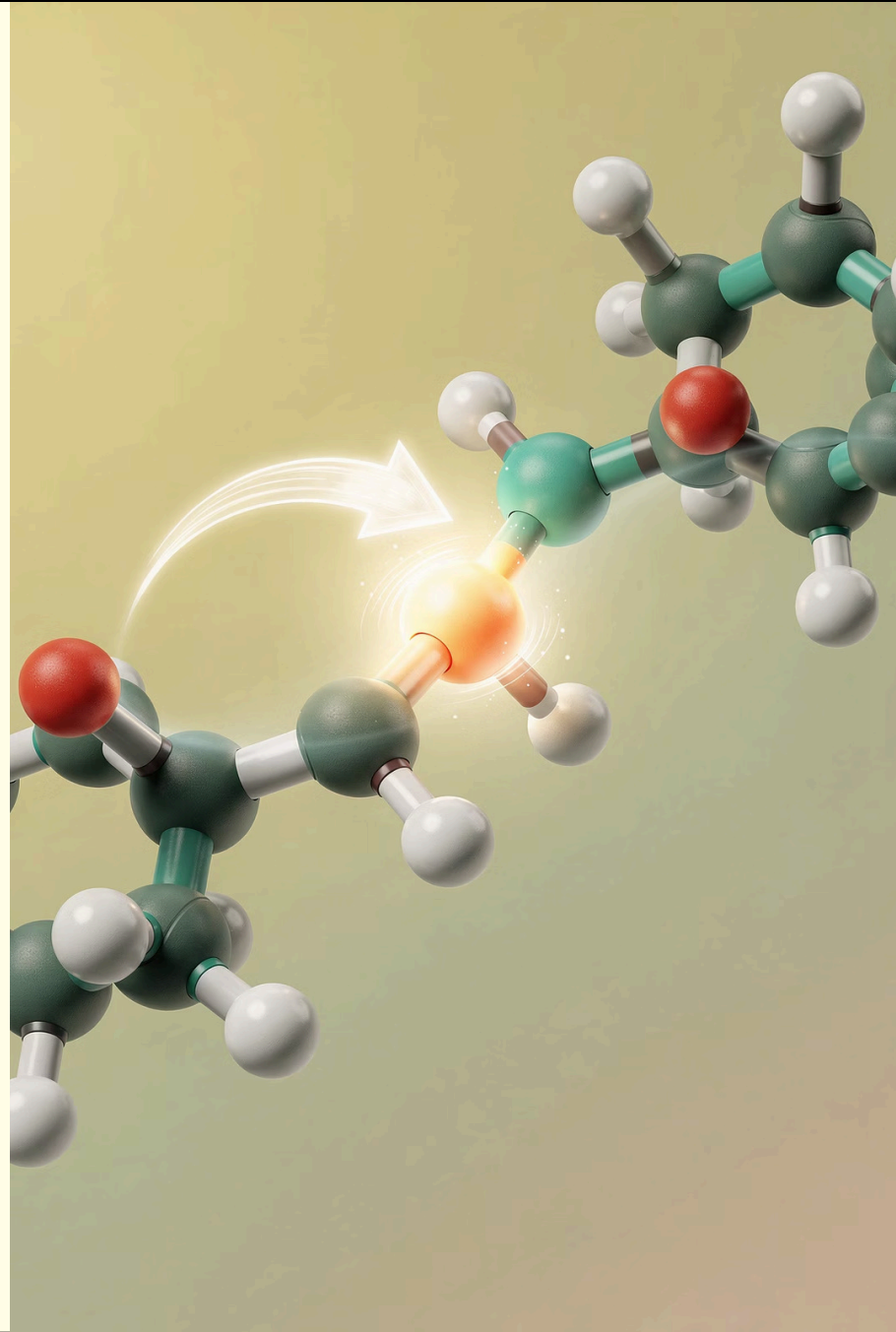
Karbon iskeletini uzatmak için kullanılır

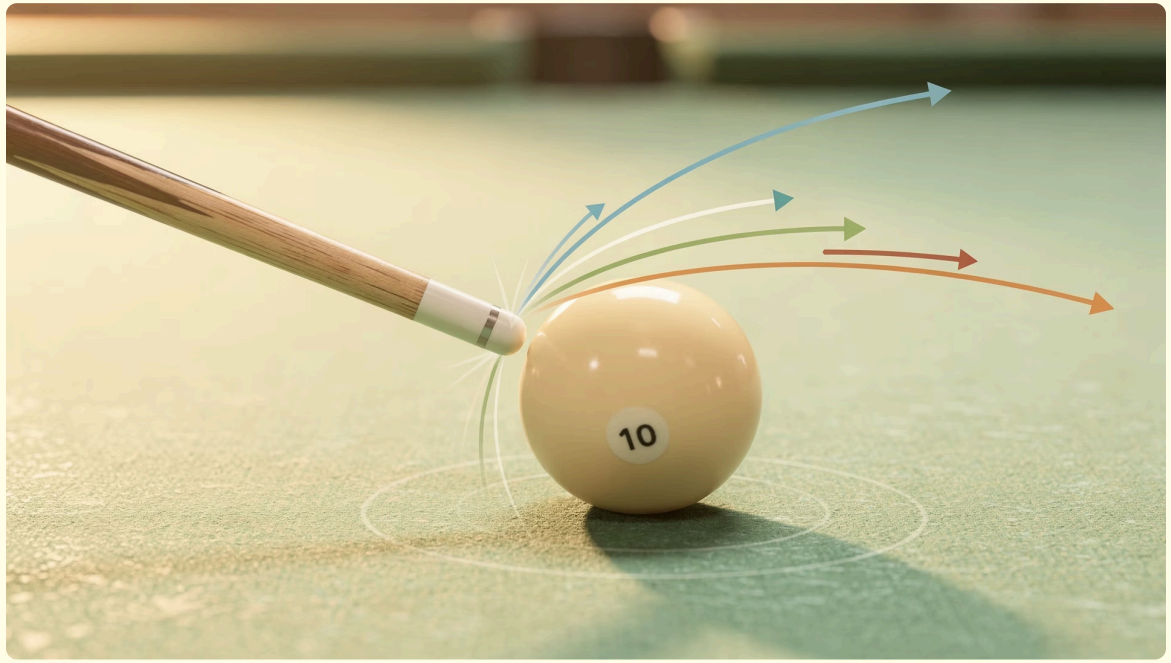
Fonksiyonel Grup

Yeni fonksiyonel gruplar kazandırır

Geniş Uygulama Alanı

İlaç sentezinden malzeme bilimine kadar geniş bir alanda rol alır





Alkil Halojenürlerle Reaksiyon: Bilardo Topu Modeli

Asetilür iyonunun bir karbon zincirine "yama" yapması, **SN2** mekanizmasıyla gerçekleşir.

- Asetilür iyonu, halojen atomunun **tam karşı yönünden** (180°) saldırır
- Tıpkı bilardo sopasının topa vurduğu nokta gibi, açı belirleyicidir
- Sonuç: R–C≡C–CH2–R' + Br^-

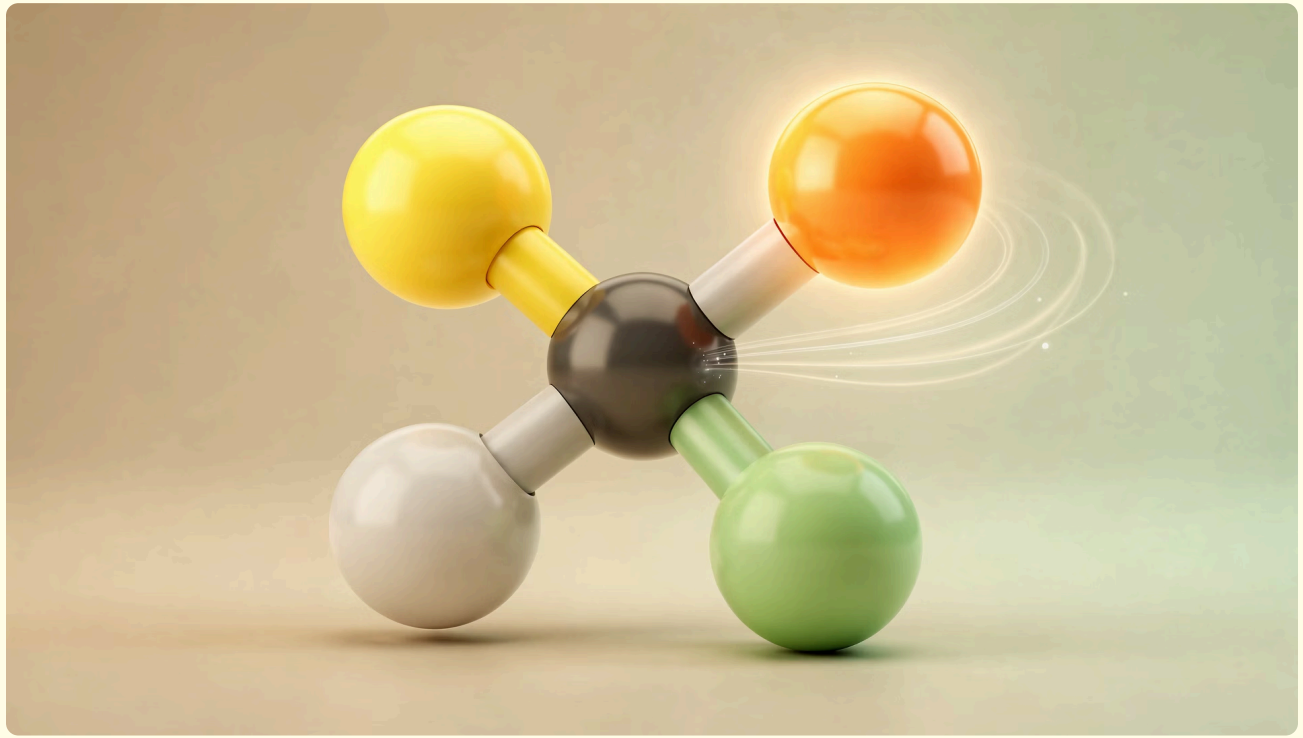
Hedef karbonun etrafı kalabalıksa bu saldırı gerçekleşemez — anahtar, ancak doğru kilide uyarsa kapıyı açar.

Sterik Engel: Yol Kapalı!

Hedef karbonun etrafı büyük gruplarla doluysa, asetilür iyonu oraya ulaşamaz.

- İyon nükleofil gibi değil, **baz** gibi davranmaya başlar
- Karbona ulaşamayınca dışarıdaki bir hidrojeni koparır
- Halojen ayrılır ama yeni karbon bağı oluşmaz; bunun yerine **ikili bağ (alken)** oluşur

⚠ Bu istenmeyen durumun (eliminasyon, E2) önüne geçmek için asetilür iyonları etrafı açık (birincil) alkil halojenürlerle kullanılır.

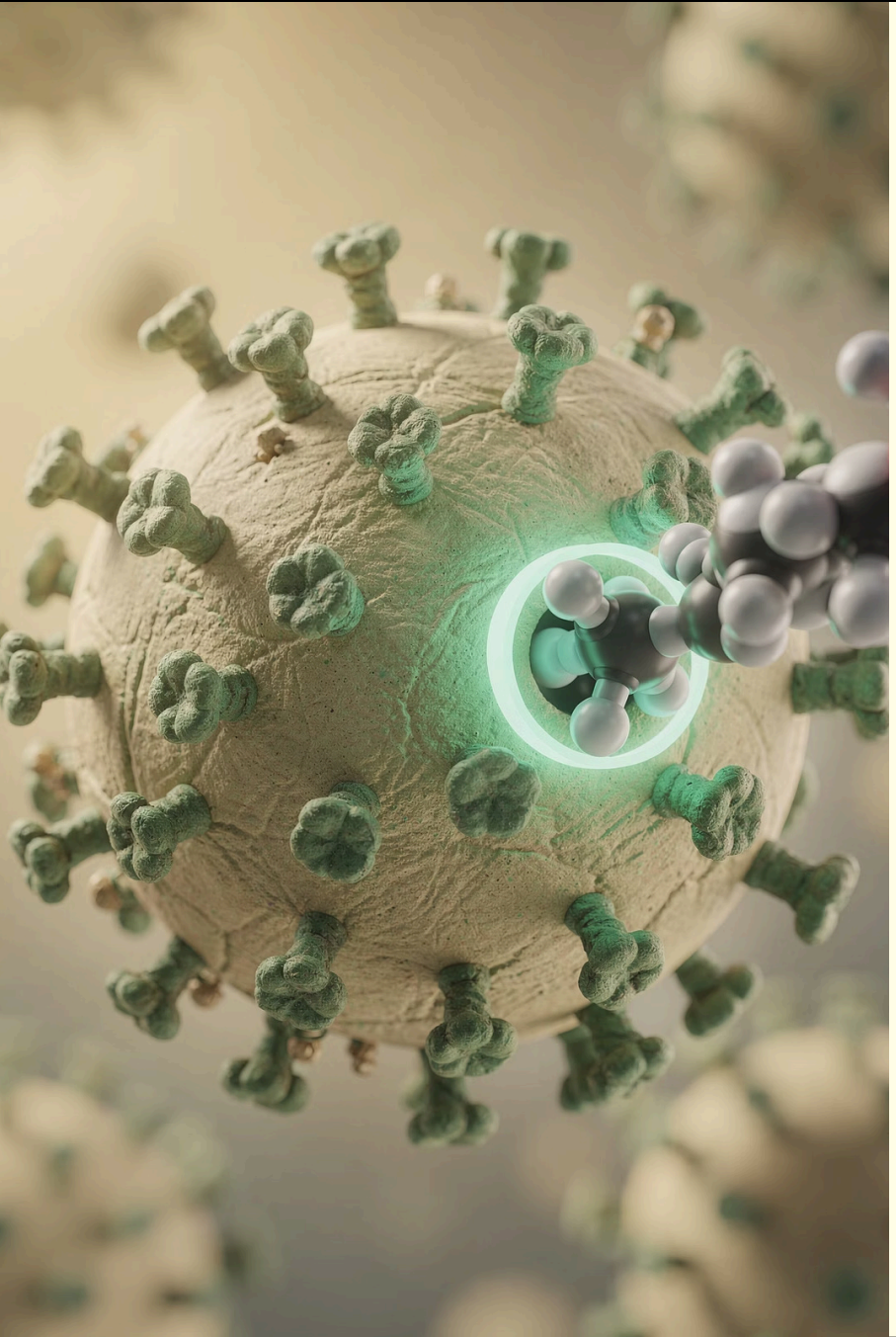


Karbonil Grubuna Katılma

Aldehit ve ketonlardaki C=O grubuna saldırı, asetilür kimyasının en güçlü uygulamalarından biridir.

- Oksijen elektronları kendine çeker → karbon atomu elektronca fakirleşir (δ+)
- Asetilür iyonu bu karbona saldırır ve çift bağı açar
- Asitli su eklenince **propargil alkol** elde edilir

Kullanılan karbonile göre birincil, ikincil veya üçüncül alkol oluşur.



Efavirenz: Bir İlacın Doğuşu

HIV (AIDS) virüsüne karşı geliştirilen Efavirenz, karbonil reaksiyonunun gerçek hayattaki karşılığıdır.

1 Kritik Adım

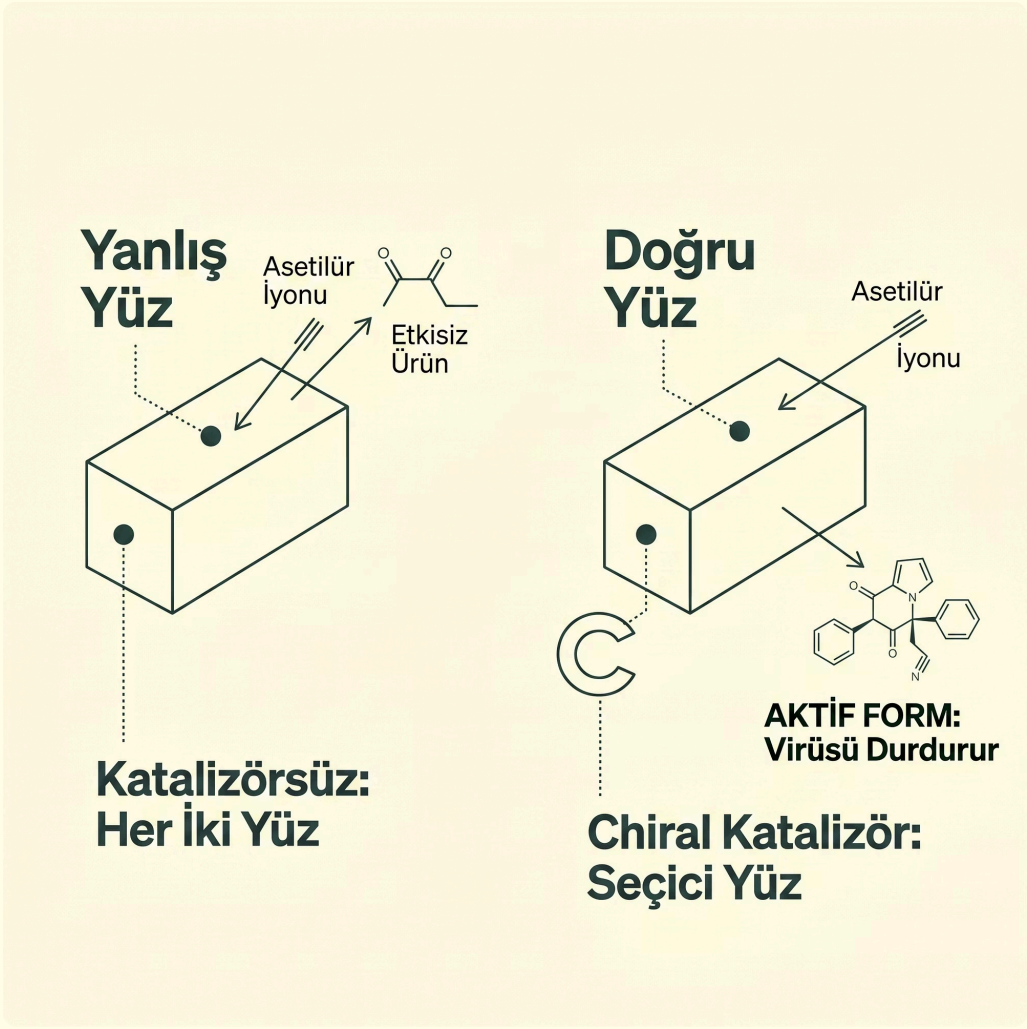
Lityum asetilür bileşiğinin karmaşık bir keton yapısına **belirli bir açıyla** katılmasıdır

2 Açının Önemi

Moleküllerin "sağ el" ve "sol el" versiyonları (enantiomer) vardır — bu açı hayati önem taşır

3 Anahtar-Kilit Uyumu

Tıpkı sağ eldivenin sol ele uymadığı gibi, yalnızca doğru versiyon virüsü durdurur

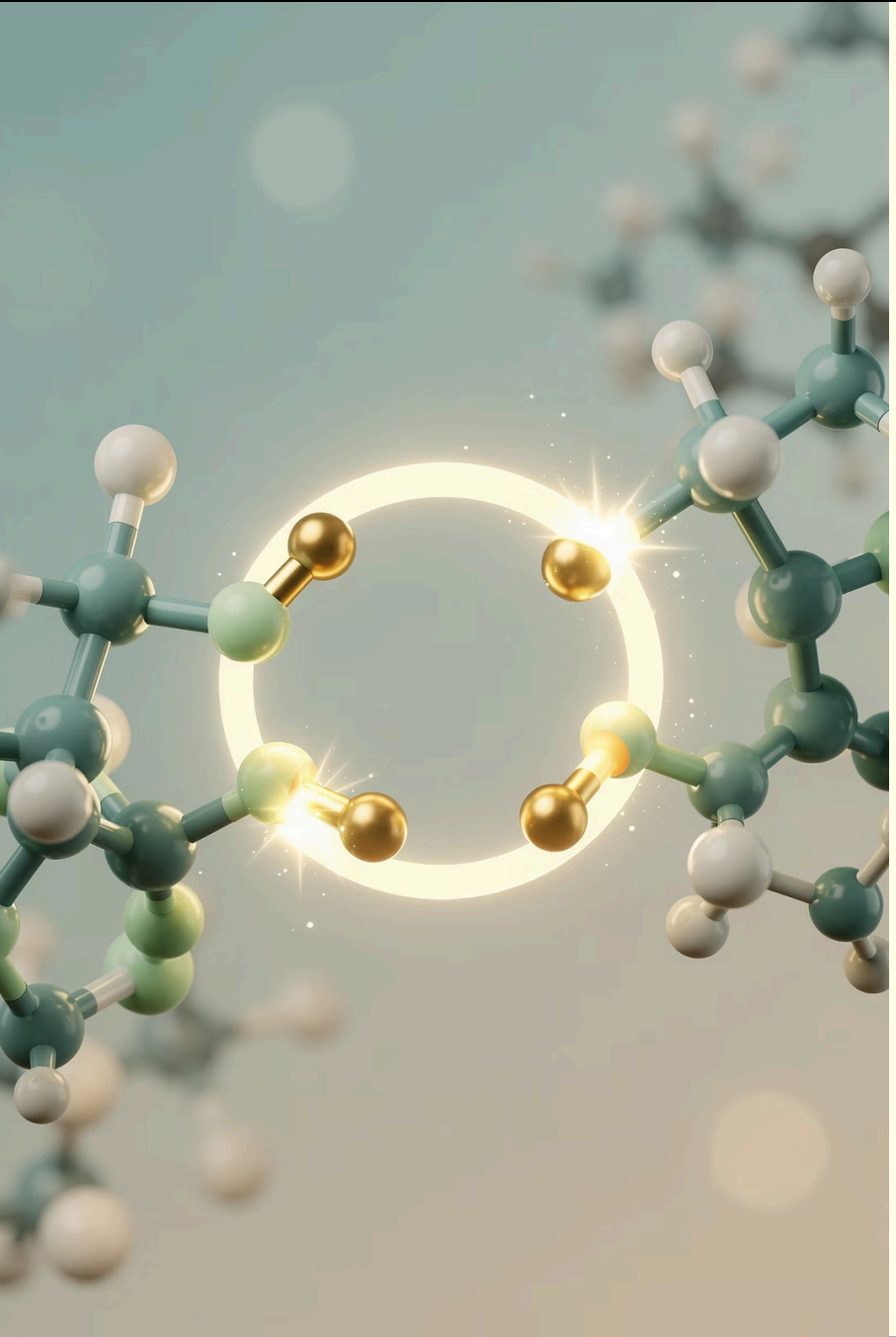


Kiral Katalizörler: Doğru Yüzü Bulmak

Efavirenz sentezinde enantioseçicilik nasıl sağlanır?

- **Kiral katalizörler** kullanılarak asetilür iyonu molekülün yalnızca doğru yüzüne yönlendirilir
- Yanlış yüzden katılım → etkisiz veya zararlı ürün
- Doğru yüzden katılım → virüsü durduran aktif form

Bir gri taş parçasının, bu hassas geometriyle şifa vesilesine dönüşmesi — akılsız atomların kendi başlarına planlayabileceği bir sonuç mudur?



Click Kimyası: Moleküler Emniyet Kemeri

2022 Nobel Kimya Ödülü'nü kazandıran bu yöntemde asetilür iyonları başroldedir.

Alkin

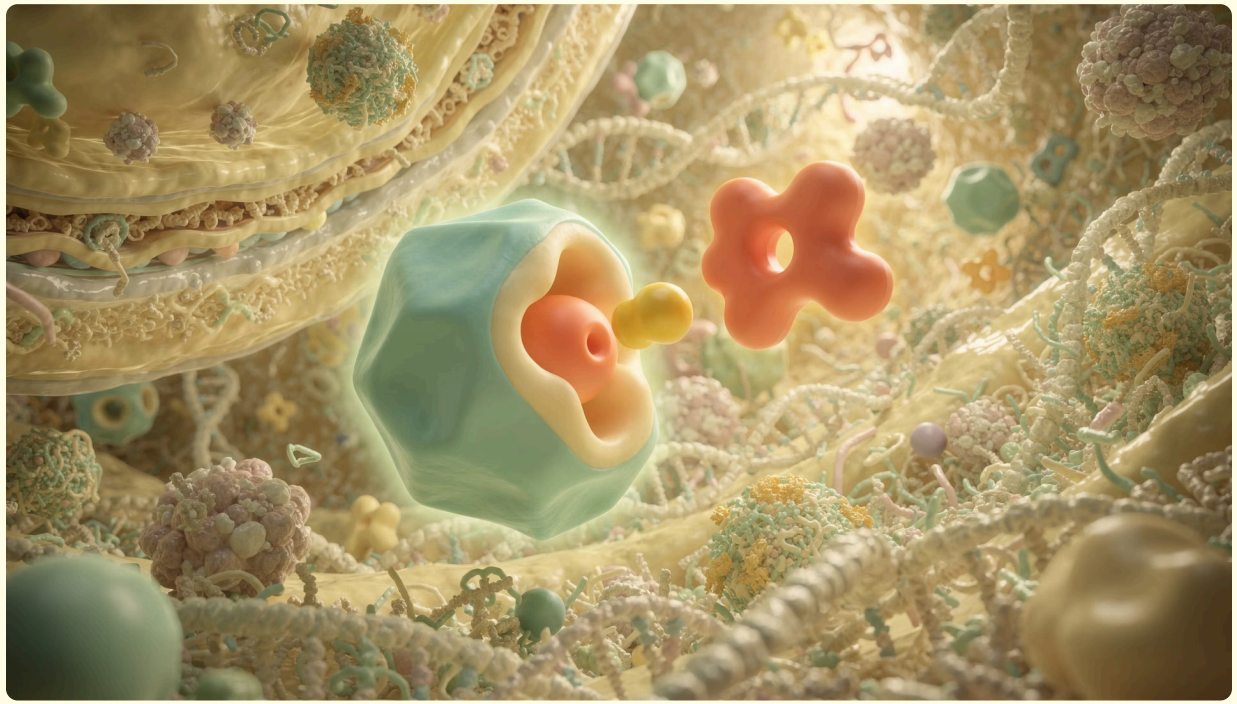
Üçlü bağ içeren bileşen

Azid (N3)

Bakır katalizörü eşliğinde birleşir

Triazol

Halkalı yapı oluşur — tıpkı emniyet kemerinin tokasının "klik" sesiyle kilitleniyor gibi

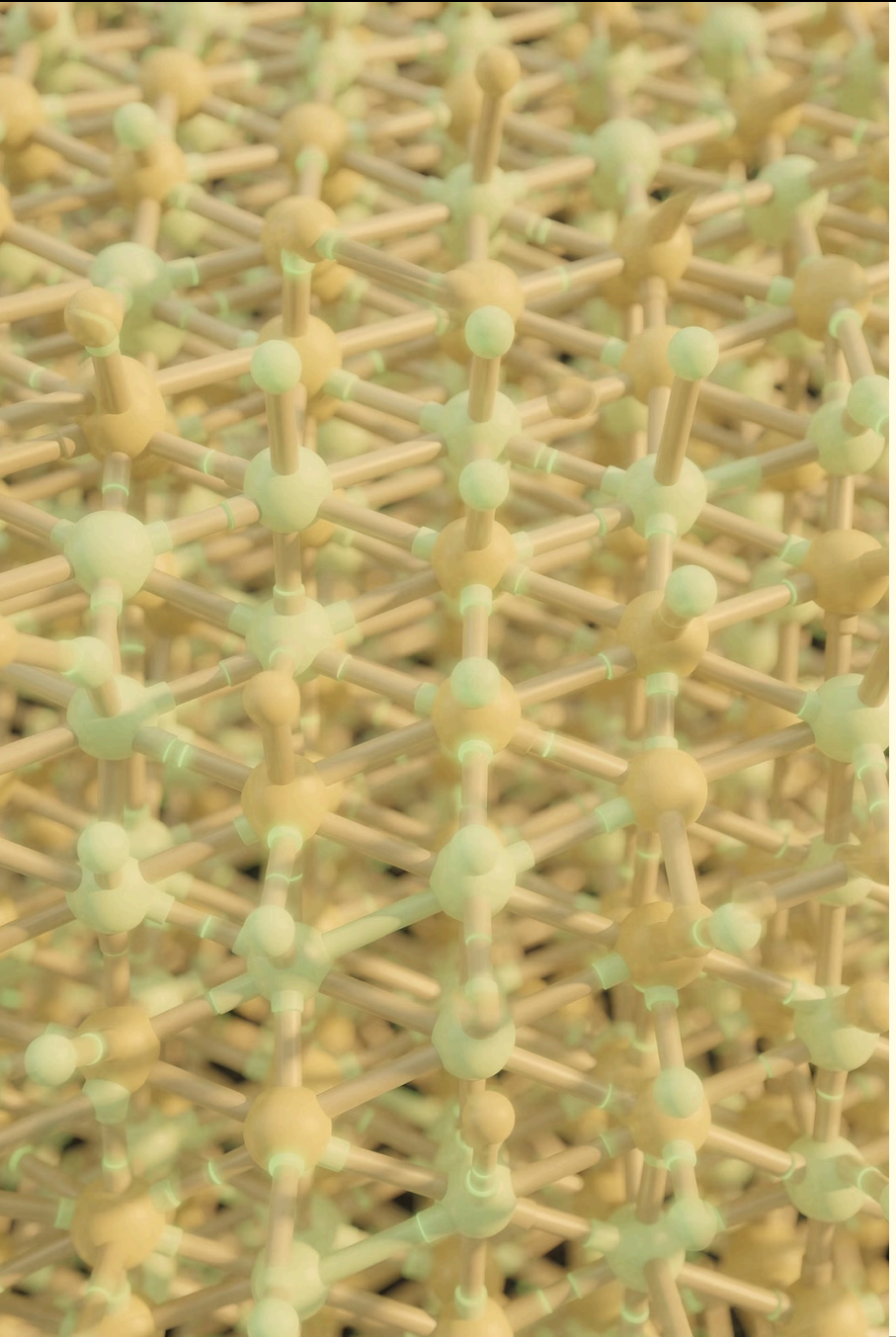


Biyo-ortogonallik: Hücre İçinde Hedef Seçimi

Click kimyasının en şaşırtıcı özelliği: Bu reaksiyon **canlı bir hücrenin içinde** gerçekleşebilir.

- Hücrede milyarlarca farklı molekül (proteinler, DNA, yağlar) bir arada bulunur
- Alkin ve azid grupları, bu kalabalıkta **yalnızca birbirini** tanır ve kilitlenir
- Başka hiçbir moleküle zarar vermez

Bu "tanıma" işlemi, moleküllerin şekil ve orbital yapılarının birbirine **anahtar-kilit** gibi uyumlu tasarlanmasıyla mümkündür.



MOF'lar: Gazı Kafese Hapsetmek

Metal-Organik Kafes Yapıları (MOF), asetilür gruplarının birer "inşaat kirişi" olarak kullanıldığı nanoyapılardır.

Metal Atomları

Köşe taşları olarak görev yapar

Organik Çubuklar

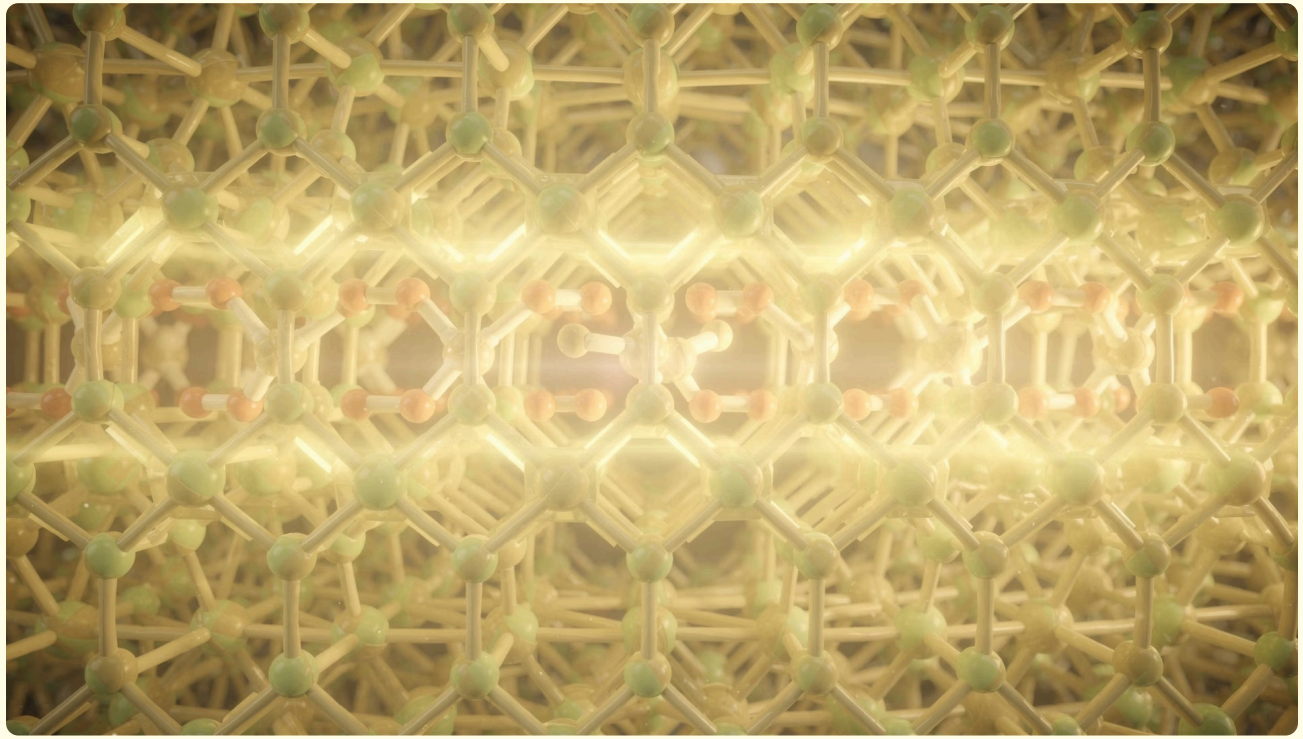
Bağlayıcı kirişler olarak işlev görür

Süngerimsi Kafes

Nanometre boyutunda boşluklar içerir

Özel Odalar

Her asetilen molekülü için ayrı bir "oda" tasarlanmıştır



MOF ve Asetilen Depolama

Asetilen gazı son derece yanıcı ve basınç altında patlayıcıdır — depolanması büyük bir sorundur.

- FJI-H8 gibi özel MOF'lar bu soruna geometrik bir çözüm sunar
- Kafesler tam asetilen molekülünün sığacağı boyutta tasarlanmıştır
- Moleküller birbirine çarpamaz, dolayısıyla patlama riski ortadan kalkar

> **Kabı yapanın, içine girecek olanı bilmesi** gerekir.

Görevli Memurlar: Madde Kendi Başına Karar Verebilir mi?

Bilimsel anlatımlarda "molekül karar verdi", "elektron gitmek istedi" gibi ifadeler kullanılır. Bunlar anlatımı kolaylaştıran mecazlardır — ama dikkatli olmak gerekir.

Gri Bir Taş

Kalsiyum karbür gri bir taştır; görme, düşünme, planlama yetisi yoktur

Dönüşüm Zinciri

Suyla buluşunca asetilen olur, işlenince Efavirenz olur, bir hasta iyileşir

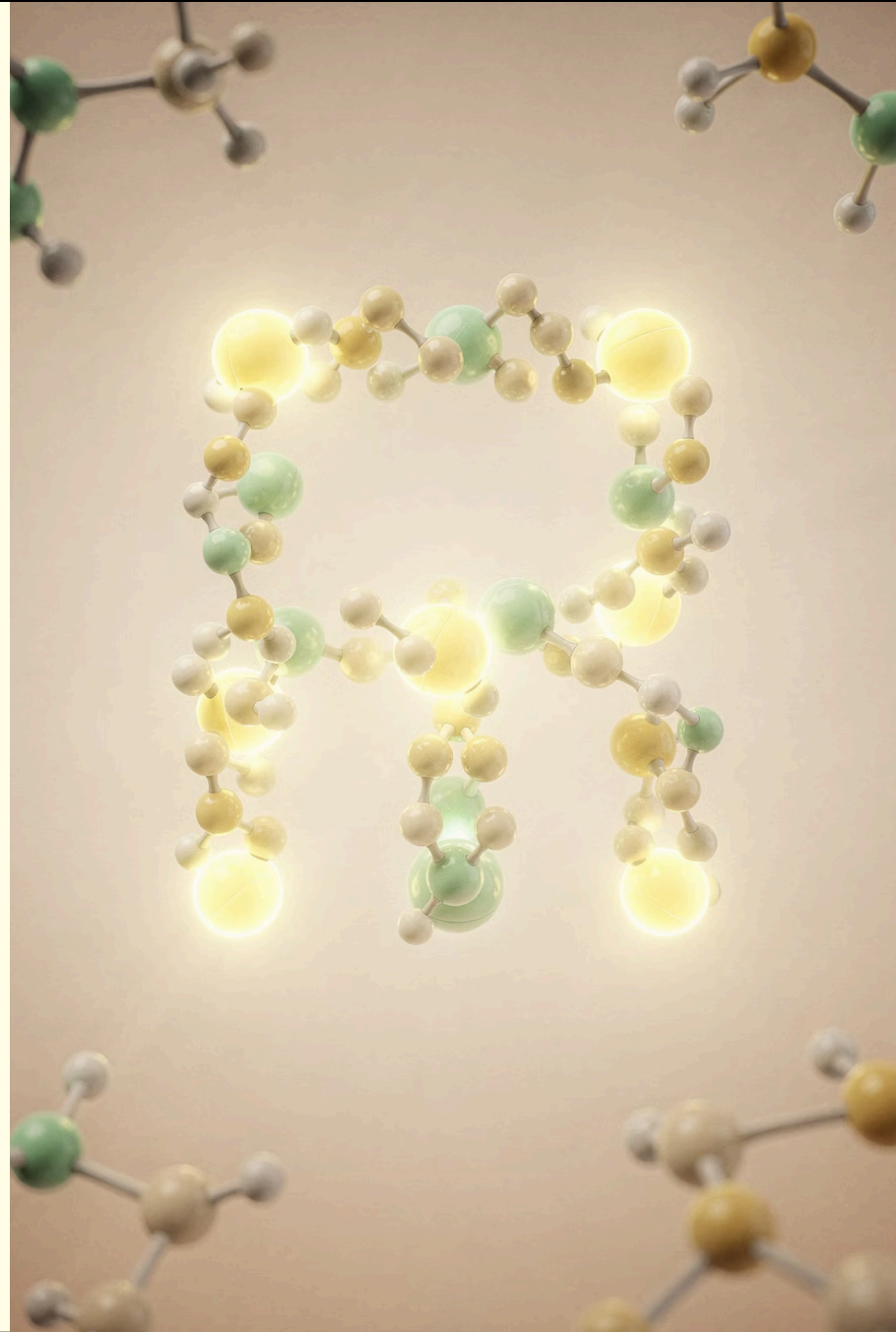
Temel Soru

O taş parçası "Ben suyla birleşeyim de şu hastayı iyileştireyim" diyebilir mi?

Madde bir **fail** değil, **görevlidir.** Şifa veren, o atomları hassas geometride bir araya getiren ilmin eseridir.

Sonuç: Atomların Fısıldadığı Anlam

Asetilür iyonlarının yolculuğu; sp hibritleşmesinden karpit lambasına, Efavirenz'den Click kimyasına uzanır.

1. **sp Hibritleşmesi**
   %50 s karakteri, asitliğin temeli
2. **Karpit Lambası**
   Gri taştan ışığa
3. **Efavirenz**
   Hassas geometriyle şifa
4. **Click Kimyası**
   Nobel ödüllü moleküler kilit

- Her adımda hassas bir denge, birbiriyle uyumlu bir tasarım görülür
- Akılsız atomlar bu nizamı kendi başlarına kuramaz
- Mikroskoptan bakarken yalnızca atomları değil, o atomlarla yazılan **manalı mektubu** da okumak gerekir